

**Fabrikasi *Dye Sensitized Solar Cells* (DSSC) Menggunakan Ekstrak Bahan  
Organik Alam yang Dikombinasikan dengan Polimer Organik  
Poly(3-Hexylthiophene) P3HT**

TESIS

Disusun untuk Memenuhi Sebagian Persyaratan Mencapai Derajat Magister  
Program Studi Ilmu Fisika



Oleh :

MUHAMMAD IMAN DARMAWAN

S911302005

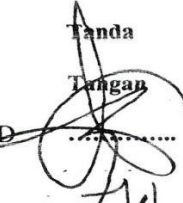
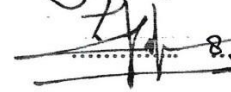
PROGRAM PASCASARJANA  
UNIVERSITAS SEBELAS MARET  
SURAKARTA

2015

**Fabriksi Dye Sensitized Solar Cells Menggunakan Ekstrak Bahan Organik  
Alam Yang Dikombinasikan Dengan Polimer Organik  
Poly (3-Hexylthiophene) P3HT**

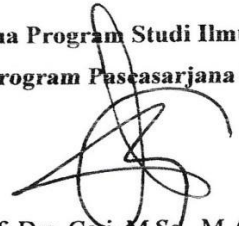
**TESIS**

Oleh  
**MUHAMMAD IMAN DARMAWAN**  
**S911302005**

Komisi	Nama	Tanda Tangan	Tanggal
Pembimbing			
Pembimbing I	Prof. Drs. Cari, M.Sc., M.A., Ph.D NIP : 19610306 198503 1 002		15 Januari 2015
Pembimbing II	Dr. Agus Supriyanto, S.Si., M.Si NIP.19690826 199903 1 001		8 Januari 2015

**Telah dinyatakan memenuhi syarat  
Pada tanggal 15 Januari 2015**

**Ketua Program Studi Ilmu Fisika  
Program Pascasarjana UNS**

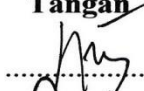
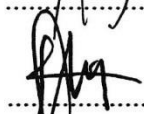


  
Prof. Drs. Cari, M.Sc., M.A., Ph.D  
NIP : 19610306 198503 1 002

**Fabriksi *Dye Sensitized Solar Cells*(DSSC) Menggunakan Ekstrak Bahan  
Organik Alam yang Dikombinasikan dengan Polimer Organik  
Poly(3-Hexylthiophene) P3HT**

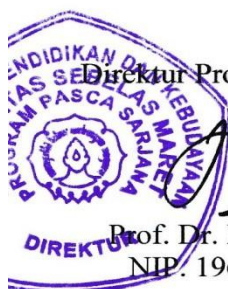
**TESIS**

**Oleh  
MUHAMMAD IMAN DARMAWAN  
S911302005**

**Tim Penguji**

Jabatan	Nama	Tanda Tangan	Tanggal
Ketua	Prof. Dra. Suparmi, M.A., Ph.D NIP. 1952 0915 197603 2 001		2 Februari 2015
Sekretaris	Dr. Yofentina Iriani, M.Si NIP . 1971 1227 199702 2 001		30 Januari 2015
Anggota Penguji	Prof. Drs. Cari, M.Sc., M.A., Ph.D NIP . 1961 0306 198503 1 002		5 Februari 2015
	Dr. Agus Supriyanto, S.Si., M.Si NIP.1969 0826 199903 1 001		3 Februari 2015

**Telah dipertahankan di depan Penguji  
Dinyatakan memenuhi syarat  
Pada Tanggal 5 Februari 2015**



Direktur Program Pascasarjana UNS

Prof. Dr. Ir. Ahmad Yunus, M.S  
NIP. 19610717198601 1 001

Ketua Program Studi Ilmu Fisika

Prof Drs. Cari, M.Sc., M.A., Ph.D  
NIP : 19610306 198503 1 002

## PERNYATAAN ORIENTASI DAN PUBLIKASI TESIS

Saya menyatakan dengan sebenarnya bahwa:

1. Tesis yang berjudul: **“Fabrikasi *Dye Sensitized Solar Cells*(DSSC) Menggunakan Ekstrak Bahan Organik Alam yang Dikombinasikan dengan Polimer Organik Poly(3-Hexylthiophene) P3HT”** ini adalah karya penelitian saya sendiri bebas plagiat, serta tidak terdapat karya yang pernah diajukan orang lain untuk memperoleh gelar akademik serta tidak terdapat karya atau pendapat yang pernah ditulis atau diterbitkan orang lain kecuali secara tertulis digunakan sebagian acuan dalam naskah ini dan disebut dalam sumber acuan serta daftar pustaka. Apabila di kemudian hari terbukti terdapat plagiat dalam karya ilmiah ini, maka saya sedia menerima sanksi sesuai ketentuan peraturan perundang-undangan (Permendiknas No. 17, tahun 2010)
2. Publikasi sebagian atau keseluruhan isi Tesis pada jurnal atau forum ilmiah lain harus seijin dan menyertakan tim pembimbing sebagai *author* dan PPs UNS sebagai institusinya. Apabila dalam waktu sekurang-kurangnya satu semester (enam bulan sejak pengesahan Tesis) saya tidak melakukan publikasi dari sebagian atau keseluruhan Tesis ini, maka Prodi Ilmu Fisika PPs-UNS berhak mempublikasikannya pada jurnal ilmiah pada jurnal ilmiah yang diterbitkan oleh Prodi Ilmu Fisika PPs-UNS. Apabila saya melakukan pelanggaran dari ketentuan publikasi ini, maka saya bersedia mendapatkan sanksi akademik yang berlaku.

Surakarta, Januari 2015

*Materai Rp 6.000*

Muhammad Iman Darmawan

S911302005

## KATA PENGANTAR

Segala puji syukur kehadiran Allah SWT karena atas ke-Maha Rahman dan Rahim-Nya, penulis dapat menyelesaikan tesis “**Fabrikasi Dye Sensitized Solar Cells Menggunakan Ekstrak Bahan Organik Alam yang Dikombinasikan dengan Polimer Organik Poly(3-Hexylthiophene) P3HT**”. Penyusunan tesis ini bertujuan untuk memenuhi sebagian persyaratan guna memperoleh gelar Magister pada Program Studi Ilmu Fisika Program Pascasarjana Universitas Sebelas Maret Surakarta.

Terima kasih banyak Penulis haturkan dalam kesempatan ini karena tanpa bantuan dari berbagai pihak, tesis ini tidak dapat terwujud. Diantaranya:

1. Bapak Prof. Dr. Ir. Ahmad Yunus, M.S, selaku Direktur Program Pascasarjana Universitas Sebelas Maret Surakarta.
2. Bapak Prof. Drs. Cari, M.Sc., M.A., Ph.D, selaku Ketua Program Studi Ilmu Fisika Pascasarjana Universitas Sebelas Maret Surakarta, sekaligus sebagai Pembimbing I yang telah banyak memberikan banyak bimbingan dan arahan serta motivasi kepada penulis sehingga mampu menyelesaikan tesis ini.
3. Bapak Dr. Agus Supriyanto, S.Si, M.Si, selaku pembimbing II yang telah dengan sabar membimbing dan mengajari penulis, serta memberikan semangat kepada penulis untuk dapat menyelesaikan tesis ini.
4. Bapak/Ibu Dosen Program Studi Ilmu Fisika Pascasarjana Universitas Sebelas Maret Surakarta yang telah memberikan banyak Ilmu Fisika.
5. Rekan-rekan sejawat Magister Ilmu Fisika angkatan Februari 2013, terimakasih atas kritik dan saran pada tesis ini.
6. Semua pihak yang tidak dapat disebutkan satu persatu yang telah membantu penulis dalam proses penyusunan tesis ini.

Penulis menyadari mungkin masih terdapat banyak kekurangan-kekurangan dalam penulisan tesis ini, oleh karena itu, penulis sangat mengharapkan kritikan dan saran yang bersifat membangun dari pembaca untuk kebaikan dimasa mendatang.

Penelitian ini didanai oleh Program Hibah Penelitian Tim Pascasarjana (HPTP) Universitas Sebelas Maret Tahun 2014 dengan Nomer kontrak 301A/UN27/PN/2012.

Surakarta, Januari 2015

Penulis

## **HALAMAN PERSEMBAHAN Dan MOTTO**

“Sesungguhnya sesudah Kesulitan itu ada Kemudahan, maka apabila kamu telah selesai dari suatu urusan, Kerjakan dengan sungguh-sungguh urusan yang lain”.

(Q.S.Al-Insyirah: 6-7)

“Siapa yang bersungguh – sungguh, dia akan berhasil”. (Man Jadda Wa Jadda)

“Ingat hanya pada Allah apapun dan di manapun kita berada dan kepada NYA-lah tempat meminta dan memohon”.

“Hidup adalah Suatu perjalanan, jadikan hidup ini selalu menjadi lebih bermakna dalam tiap menitnya dan jadilah pemenang dari setiap masalah yang kita Hadapi”

Sejauh hukum – hukum matematika dan fisika mengacu kepada kenyataan, mereka tidak pasti dan sejauh mereka pasti mereka bukan mengacu kepada kenyataan”

Karya tulis berupa Tesis ini saya Persembahkan kepada:

Orangtua ku dan Adik ku serta Orang Terkasih yang telah memberikan doa, Dukungan baik moril dan materi serta motivasi, semangat dan nasehat yang tak terbatas.

Muhammad Iman Darmawan, S911302005. **Fabrikasi *Dye Sensitized Solar Cells* Menggunakan Ekstrak Bahan Organik Alam yang Dikombinasikan dengan Polimer Organik Poly(3-Hexylthiophene)P3HT**. Tesis. Pembimbing I: Prof. Drs. Cari, M.A., M.Sc., Ph.D II: Dr. Agus Supriyanto, M.Si. Program Studi Ilmu Fisika, Program Pascasarjana, Universitas Sebelas Maret Surakarta.

## ABSTRAK

Penelitian ini bertujuan untuk mengetahui karakteristik sifat kelistrikan masing-masing material *dye Celosia Argentums*, *Bougenville* dan *Allamanda* dan material *dye* yang dikombinasikan dengan Poly(3-Hexylthiophene) (P3HT), pengaruh konsentrasi P3HT yang dikombinasikan dengan ekstrak *Celosia Argentums*, *Bougenville* dan *Allamanda sp* terhadap peningkatan efisiensi sel suraya berbasis *Dye Sensitized Solar Cells* (DSSC). Pengujian sampel dilakukan di Laboratorium *Spectrophometer UV-Vis*, uji kelistrikan P3HT yang dikombinasikan dengan ekstrak *dye* akan diselidiki menggunakan *El-Kahfi 100/I-V meter*. Uji sifat optik menggunakan *Spectrophometer UV Visible 1601 PC* dan karakterisasi *I-V DSSC* menggunakan *Keithley Type 2600A*

Absorbansi masing-masing *dye* memiliki puncak serapan pada rentang panjang 300-550 nm, sedangkan polimer P3HT 1% memiliki puncak serapan pada rentang panjang gelombang 300-650 nm, dengan demikian kedua bahan material tersebut mampu menyerap cahaya pada rentang panjang gelombang cahaya tampak (*visible*). Sifat listrik P3HT 1% yang dikombinasikan dengan *dye* menunjukkan bahwa material tersebut memiliki respon terhadap cahaya. Pada kondisi terang P3HT 1% menunjukkan konduktivitas  $3,7 \times 10^{-3} \Omega^{-1} \text{m}^{-1}$  dan pada kondisi gelap  $2,2 \times 10^{-3} \Omega^{-1} \text{m}^{-1}$ . Penggunaan Pt (Hexacloroplatinic IV) sebagai elektroda lawan dapat meningkatkan kinerja DSSC, hal ini dikarenakan Pt (Hexacloroplatinic IV) berfungsi sebagai katalis untuk mempercepat terjadinya reaksi redoks dengan elektrolit.

Pengkombinasian antara bahan organik alam dengan P3HT 1% mampu meningkatkan kinerja DSSC. DSSC yang menggunakan kombinasi antara *dye Celosia Argentums* dengan P3HT 1% dan menggunakan Pt (Hexacloroplatinic IV) sebagai elektroda lawan menghasilkan nilai efisiensi adalah  $9,5 \times 10^{-2} \%$  yang di uji menggunakan *Keithley I-V meter* dengan penyinaran lampu xenon  $1000 \text{ W/m}^2$ .

Kata kunci : *Dye Sensitized Solar Cells* (DSSC), P3HT, Organik Alam



Muhammad Iman Darmawan, S911302005. **Fabrication Dye Sensitized Solar Cells Using Extracts Natural Organic Matter The Combined With Organic Polymer Poly (3-Hexylthiophene) P3HT**. Thesis. Advisor I: Prof. Drs.Cari. M.A., M.Sc., Ph. D. II: Dr. Agus Supriyanto, M.Sc. Program Study of Physics Science. Post-graduate Program of Sebelas Maret University, Surakarta.

### **ABSTRACT**

The aims of the study are to determine the characteristic of the electrical properties of each dye material *Celosia Argentums*, *Bougainville* and *Allamanda* sp, characteristic of the electrical properties of the dye material combined with Poly(3- Hexylthiophene) (P3HT), the effect of P3HT concentration combined with extracts of *Celosia Argentums* , *Bougainville* and *Allamanda* sp to increase the efficiency of dye sensitized cells Surya -based Solar Cells (DSSC). Sempel testing conducted at the Laboratory of UV- Vis Spectroscopy, P3HT electrical properties combined with dye extracts will be investigated using IV Meter El – Kahfi. Test optical properties, electrical properties, and I-V characterization of the DSSC using UV Visible Spectrophotometer 1601 PC and Keitlay type 2600A, respectively.

The absorbance of each dye has a peak absorption at long range 300-550 *nm* , as well as 1% P3HT polymer has absorption peaks in the wavelength range 300-650 *nm*, thus the material is able to absorb light in the wavelength range of light visible (visible). The electrical properties of P3HT 1% combined with a dye indicates that the material has a response to light. In bright conditions P3HT 1 % showed conductivity  $3.7 \times 10^{-3} \Omega^{-1} \text{m}^{-1}$  and in dark conditions  $2.2 \times 10^{-3} \Omega^{-1} \text{m}^{-1}$  . Use of Pt (Hexachloroplatinic IV) as the counter electrode can improve the performance of the DSSC , it dikarenakan Pt (Hexachloroplatinic IV) serves as a catalyst to accelerate the redox reaction with the electrolyte.

The combination of natural organic matter with P3HT 1 % can improve the performance of DSSC. DSSC which uses a combination of dye *Celosia argentums* with P3HT 1 % and using Pt (Hexachloroplatinic IV) as the counter electrode generating value is  $9.5 \times 10^{-2} \%$  efficiency in a test using Keitlay IV meter with a xenon lamp irradiation of 1000 W / m<sup>2</sup> .

**Keywords : Dye Sensitized Solar Cells ( DSSC ), P3HT, Natural organic**

## DAFTAR ISI

	Halaman
HALAMAN JUDUL.....	i
PENGESAHAN PEMBIMBING.....	ii
PENGESAHAN PENGUJI.....	iii
SURAT PERYATAAAN ORISINILITAS DAN PUBLIKASI.....	iv
KATA PENGANTAR.....	v
HALAMAN MOTTO DAN PERSEMBAHAN .....	vii
ABSTRAK .....	viii
<i>ABSTRACT</i> .....	ix
DAFTAR ISI.....	x
DAFTAR TABEL.....	xii
DAFTAR GAMBAR .....	xiii
 <b>BAB I PENDAHULUAN</b>	
A. Latar Belakang .....	1
B. Batasan Masalah.....	7
C. Rumusan Masalah .....	7
D. Tujuan Penelitian.....	7
E. Manfaat Penelitian.....	8
 <b>BAB II TINJAUAN PUSTAKA</b>	
A. Energi Matahari.....	9
B. Sel Surya .....	11
C. <i>Dye Sensitized Solar Cells</i> .....	12
D. Prinsip Kerja <i>Dye Sensitized Solar Cells</i> .....	14
E. Karakteristik Kelistrikan Material .....	17
F. Karakteristik Optik Material.....	18
G. Bahan Organik Alam.....	20
H. Polimer Organik P3HT.....	27
I. Titanium Dioksida (TiO <sub>2</sub> ).....	29

### **BAB III METODE PENELITIAN**

A. Waktu dan Tempat Penelitian.....	31
B. Prosedur Penelitian .....	31
C. Metode Penelitian .....	32

### **BAB IV HASIL PENELITIAN DAN PEMBAHASAN**

A. Karakteristik Absorbansi P3HT dan TiO <sub>2</sub> .....	40
B. Karakteristik I-V Elektrolit .....	43
C. Karakteristik I-V <i>Dye Sensitized Solar Cells</i> .....	45
1. Karakterisasi I-V <i>Dye</i> Klorofil.....	46
2. Karakterisasi Fotokonduktivitas .....	50
3. Uji Performa <i>Dye</i> .....	52
4. Uji Performa Konduktivitas P3HT.....	60
5. Karakterisasi I-V Variasi <i>Dye</i> Kombinasi dengan P3HT.....	63

### **BAB V KESIMPULAN**

A. Kesimpulan.....	66
B. Saran.....	67

### **DAFTAR PUSTAKA**

### **LAMPIRAN**

## DAFTAR TABEL

Tabel 2.1. Spectrum Cahaya Tampak.....	11
Tabel 2.2. Perbandingan Sifat $\text{TiO}_2$ untuk Fase Kristal <i>Rutile</i> dan <i>Anatase</i> .....	29
Tabel 4.1. Hasil I-V Elektrolit.....	44
Tabel 4.2. Hasil I-V <i>Dye</i> .....	48
Tabel 4.3. Fotokonduktivitas <i>Dye</i> dengan P3HT .....	51
Tabel 4.4 Hasil Fotoelektrokimia Variasi Perendaman <i>Dye</i> .....	59
Tabel 4.5. Hasil Konduktivitas P3HT 1 % .....	61
Tabel 4.6 Hasil Fotoelektrokimia P3HT 1% .....	63
Tabel.4.7 Hasil Optimasi Efisiensi DSSC .....	65

## DAFTAR GAMBAR

Gambar 2.1. Spektrum Radiasi Matahari .....	10
Gambar 2.2. Prinsip Kerja DSSC.....	15
Gambar 2.3. Kurva I-V <i>Dye Sensitized Solar Cells</i> (DSSC) .....	15
Gambar 2.4. Spektrum Absorpsi Klorofil .....	21
Gambar 2.5. Struktur P3HT .....	22
Gambar 2.6 Tingkat molekuler P3HT dan PCBM .....	28
Gambar 3.1. Diagram Penelitian .....	31
Gambar 3.2. Skema Area Deposisi Pasta TiO <sub>2</sub> .....	35
Gambar 3.3. Skema Area Deposisi Pt (Hexachloroplatinic IV) .....	37
Gambar 3.4. Ilustrasi Praktisan Sel Surya Berbasis DSSC (a).....	37
Gambar 3.4. DSSC dengan <i>Dye</i> P3HT siap uji(b).....	37
Gambar 3.5. Skema Struktur DSSC.....	39
Gambar 3.6. Skema Pengukuran I-V DSSC .....	39
Gambar 4.1. Kurva Absorbansi P3HT .....	41
Gambar 4.2. Kurva Hasil Absorbansi TiO <sub>2</sub> Nano .....	42
Gambar 4.3. Kurva I-V Elektrolit .....	44
Gambar 4.4. Kurva I-V <i>dye</i> .....	47
Gambar 4.5. Fotokonduktivitas Variasi <i>Dye</i> dengan P3HT .....	50
Gambar 4.6. Kurva Hasil Absorbansi <i>Celosia Argentum</i> .....	53
Gambar 4.7. Kurva Hasil Absorbansi <i>Bougenville</i> .....	54
Gambar 4.8. Kurva Hasil Absorbansi <i>Allamanda Sp</i> .....	55
Gambar 4.9. Kurva Karakteristik I-V DSSC <i>Celosia Argentum</i> .....	56

Gambar 4.10. Kurva Karakteristik I-V DSSC <i>Bougenville</i> .....	57
Gambar 4.11. Kurva Karakteristik I-V DSSC <i>Allamanda Sp</i> .....	58
Gambar 4.12. Kurva Konduktivitas P3HT 1% .....	61
Gambar 4.13. Kurva Karakteristik P3HT 1% .....	62
Gambar 4.14. Kurva karakteristik I-V DSSC Kombinasi dengan P3HT 1% ..	64

## DAFTAR LAMPIRAN

Lampiran 1. <i>Solar Radiation Spectrum</i> .....	68
Lampiran 2. Kurva Konduktivitas <i>Dye</i> Kondisi Gelap dan Terang .....	69
Lampiran 3. Kurva Konduktivitas P3HT Kondisi Gelap dan Terang .....	71
Lampiran 4. Kurva Absorbansi .....	72
Lampiran 5. Grafik Absorbansi <i>Celosia Argentum</i> .....	73
Lampiran 6. Kurva karakteristik I-V <i>Dye</i> variasi perendaman .....	74
Lampiran 7 Fotokonduktivitas .....	76
Lampiran 8 Kurva Karakteristik I-V <i>Dye</i> Kombinasi P3HT.....	77
Lampiran 9. Tabel Efisiensi <i>Dye</i> dan P3HT.....	79
Lampiran 10. Tabel Efisiensi Kombinasi <i>Dye</i> dan P3HT 1% .....	82
Lampiran 11. Absorbansi dan Kurva I-V <i>dye</i> .....	83
Lampiran 12. Publikasi Nasional( Proseding) Universitas IKIP Semarang .....	93
Lampiran 13. Publikasi Nasional( Proseding) Universitas Airlangga .....	94